

**Japanese Patent Gazette**  
**No. 3019632/2000**

The following is a partial English translation of exemplary portions of non-English language information that may be relevant to the issue of patentability of the claims of the present application..

**[MEANS TO SOLVE THE PROBLEM]**

According to the conventional photosensor system wherein a selection transistor is connected for each photosensor, each photosensor cell is large in size, which in turn increases the photosensor system, and the high density of the pixels is therefore difficult to be realized.

In view of the foregoing problem associated with the conventional structure, an object of the present invention is to realize a small size photosensor system which realizes the high density of the pixels by reducing the size of the photosensor, and also to provide the driving method of such photosensor system. In the present invention, the small size photosensor can be realized by arranging the photosensor to function not only as a photosensor but also to select pixel.





(6)

9

に蓄積され、トップゲート電極 (TG) の電界を打ち消す。このため、半導体層 5 のチャネル領域に n チャネルが形成され、電流が流れる。ソース電極 (S) - ドレイン電極 (D) 間に流れる電流 (以下ドレイン電流)  $I_{DS}$  は、照射光 A の光量に応じて変化する。

10 0 2 0 このように、フォトセンサ 1 は、トップゲート電極 (TG) からの電界がボトムゲート電極 (BG) からの電界によるチャネル形成に対してそれを妨げる方向に働くように制御し、n チャネルをセンサ化するための電界であるから、光無照射時に流れるドレイン電流  $I_{DS}$  を極めて小さく、例えば、10<sup>-14</sup> A 程度にすることができ、その結果、フォトセンサ 1 は、光照射時

20 光無照射時のドレイン電流との差を充分大きくすることができ、また、このときのボトムトランジスタの増幅率が、照射された光量によって変化し、S/N 比を大きくすることができる。

10 0 2 1 ① また、フォトセンサ 1 は、ボトムゲート電極 (BG) に、正電圧 (+10 [V]) を印加した状態で、トップゲート電極 (TG) を、例えば、0 [V] にすると、半導体層 5 とトップゲート絶縁膜 10 との間

20 のトラップ準位から正孔を吐き出してリフレクシブ、すなわち、リセットすることができる。すなわち、フォトセンサ 1 は、連続使用されると、トップゲート絶縁膜 10 と半導体層 5 との間のトラップ準位が光照射により発生する正孔及びドレイン電極 (D) から注入される正孔によって埋められていき、光無照射時にドレイン電流が増加する。そこで、トップゲート電極 (TG) に 0 [V] を印加し、この正孔を吐き出させて、リセットする。

30 10 0 2 2 ② さらに、フォトセンサ 1 は、ボトムゲート電極 (BG) に、正電圧を印加していないときには、ボトムトランジスタにチャネルが形成されず、光照射を行なっても、ドレイン電流が流れず、非選択状態とすることができ、すなわち、フォトセンサ 1 は、ボトムゲート電極 (BG) に印加する電圧  $V_{BG}$  を制御することにより、選択状態、非選択状態とを制御することができ、また、この非選択状態において、トップゲート電極 (TG) に 0 [V] を印加すると、上記同様に、半導体層 5 とトップゲート絶縁膜 10 との間のトラップ準位から正孔を吐き出させてリセットすることができる。

40 10 0 2 3 次に、上記動作を、フォトセンサ 1 の各電極に印加する電圧関係を示す図 3 とそのときのドレイン電流特性曲線を示す図 4 を用いて説明する。なお、図 4 は、ボトムゲート電極 (BG) に印加されるボトムゲート電圧  $V_{BG}$  及び照射光 A の有無をパラメータとして、トップゲート電極 (TG) に印加するトップゲート電圧  $V_{TG}$  を変化させたときのドレイン電流特性を示している。

50 10 0 2 4 いま、図 3 の (A) および (B) に示す状態は、バックゲート電圧  $V_{BG}$  が 0 [V] である点で共通する。この状態は、図 4 の、照射光 A を照射したとき

10

(明時) のドレイン電流特性曲線 T 1 及び照射光 A を照射しないとき (暗時) のドレイン電流特性曲線 T 2 に対応する。すなわち、この状態は、トップゲート電圧  $V_{TG}$  が 0 [V] ~ -2.0 [V] に変化しても、また、照射光 A を照射の有無にかかわらず、ドレイン電流  $I_{DS}$  は、10 [pA] 以下であり、フォトセンサ 1 は、非選択状態となっている。

10 0 2 5 また、図 3 の (C) 及び (D) に示す状態は、バックゲート電圧  $V_{BG}$  が +1.0 [V] である点で共通する。この状態は、光を照射してトップゲート電圧  $V_{TG}$  が 0 [V] から -2.0 [V] に変化しても、ドレイン電流  $I_{DS}$  は、図 4 に明時のドレイン電流特性曲線 B 1 として示すように、常に、1 mA 以上以上のドレイン電流  $I_{DS}$  が流れ、光照射が検出される。また、フォトセンサ 1 に照射光 A を照射しないときには、図 4 に暗時のドレイン電流特性曲線 B 2 として示すように、トップゲート電圧  $V_{TG}$  が -1.4 [V] 以下で、1.0 [pA] 以下のドレイン電流  $I_{DS}$  が流れ、トップゲート電圧  $V_{TG}$  がそれよりも高くなると、ドレイン電流  $I_{DS}$  は増大する。

20 10 0 2 6 したがって、フォトセンサ 1 は、図 3 に示すように、トップゲート電圧  $V_{TG}$  を、例えば、0 [V] と -2.0 [V] とに制御することにより、センサ状態とリセット状態を制御することができる。また、ボトムゲート電圧  $V_{BG}$  を、例えば、0 [V] と +1.0 [V] とに制御することにより、選択状態及び非選択状態を制御することができる。その結果、トップゲート電圧  $V_{TG}$  及びボトムゲート電圧  $V_{BG}$  を制御することにより、フォトセンサ 1 を、それ自体で、フォトセンサとしての機能と、選択トランジスタとしての機能を兼ね備えたものとして、動作させることができる。

30 10 0 2 7 このフォトセンサ 1 が、フォトセンサとしての機能と選択トランジスタとしての機能とを兼ね備えていることを利用して、図 5 に示すようにセンサアレイ 20 に適用される。

40 10 0 2 8 すなわち、センサアレイ 20 は、多数のフォトセンサ 1 がマトリックス状に配され、図 5 は、その方向に n、n+1 番目及び列方向に m、m+1 番目に配設されたフォトセンサ 1 を表示している。各フォトセンサ 1 は、そのボトムゲート電極 (BG) が行方向に配された駆動線 (D) に接続され、信号線 22 は、そのドレイン電極 (D) が列方向に配された信号線 22 に接続されている。駆動線 22 は、垂直走査回路であるローアдресコード 23 に接続され、水平走査回路であるコラムスウィッチ 24 に接続されている。ローアдресコード 23 は、行毎に配されたフォトセンサ 1 のボトムゲート電極 (BG) に対して駆動線 22 を介してボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を印加し、このボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) としては、図 6 に示すように、0 [V] と +1.0 [V] が切り替えて印加する。また、コラムスウィ

50 24 は、列毎に配されたフォトセンサ 1 のドレイン電

11

10 図 (D) に信号線 22 を介してドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) を印加し、ドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) としては +5 [V] を印加する。そして、このコラムスウィッチ 24 は、プルアップ抵抗 25 を介してドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) が入力され、コラムスウィッチ 24 からパルファ 26 を介して出力信号  $V_{OUT}$  が出力される。すなわち、信号線 22 にプルアップ抵抗 25 が直列接続され、各フォトセンサ 1 の出力抵抗と低抵抗比を次段パルファへの入力としている。

20 10 0 2 9 図 5 に示すような回路構成において、各フォトセンサ 1 のボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ )、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) 及びドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) を、図 6 に示すように、制御することにより、選択/非選択の制御及びセンサ/リセットの制御を行なっている。

30 10 0 3 0 すなわち、図 6 に示すように、あるフォトセンサ 1 のトップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を 0 [V] にして、リセットした後、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を -2.0 [V] にし、ボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を 1.0 [V] にすると、フォトセンサ 1 は、選択状態となる。そのフォトセンサ 1 が選択状態となつてから、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を -2.0 [V] としてセンサ状態としたとき、ドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) を所定時間だけ +1.0 [V] としてデータ取出処理を行ない、照射光 A が照射されているか照射されていないか、すなわち、明時であるか暗時であるかにより、出力信号  $V_{OUT}$  の値が変化する。すなわち、明時であるとき、フォトセンサ 1 が照射光 A の照射によりオンとなって、出力信号  $V_{OUT}$  は、0 [V] であり、暗時であるとき、フォトセンサ 1 がオンしないため、ドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) の電圧である +1.0 [V] がそのまま出力信号  $V_{OUT}$  として出力される。

40 10 0 3 1 図 6 において、その後、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) が 0 [V] になると、フォトセンサ 1 は、リセットされる。そして、ボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を 0 [V] にすると、フォトセンサ 1 は、非選択状態となり、この状態でトップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を -2.0 [V] にして、センサ状態にすると、このセンサ状態において、ドレイン電圧 ( $\phi_d$ ) が +1.0 [V] となつても、照射光 A が照射されていないとき、照射光 A が照射されているときも、出力信号  $V_{OUT}$  は、選択状態で暗時の出力と同じ +1.0 [V] である。すなわち、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) が -2.0 [V] となつてセンサ状態となつても、ボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を 0 [V] とすることにより、照射光 A の照射にかかわらず、フォトセンサ 1 は非選択状態とすることができ、また、図 6 から明ら

50 かに、図 6 から明ら

12

(6) ( $\phi_b$ ) のいかんにかかわらず、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を 0 [V] とすることにより、リセット状態とすることができ、フォトセンサ 1 を次のデータ取出処理で電界に出力信号  $V_{OUT}$  を取り出すことができる。

30 10 0 3 2 図 7 及び図 8 は、フォトセンサ 1 の他のセンサアレイへの適用例を示す図であり、本適用例は、フォトセンサ 1 に予めプリチャージするものである。

40 10 0 3 3 すなわち、センサアレイ 30 は、多数のフォトセンサ 1 がマトリックス状に配され、図 6 は、その方向に n、n+1 番目及び列方向に m、m+1 番目に配設されたフォトセンサ 1 を表示している。各フォトセンサ 1 は、そのボトムゲート電極 (BG) が行方向に接続され、そのドレイン電極 (D) が信号線 22 に接続されている。駆動線 31 は、ローアдресコード 32 に接続され、信号線 32 は、コラムスウィッチ 34 に接続されている。ローアдресコード 33 は、フォトセンサ 1 のボトムゲート電極 (BG) に対して駆動線 31 を介してボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を印加し、このボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) としては、図 8 に示すように、0 [V] と +1.0 [V] を切り替えて印加する。

50 10 0 3 4 また、コラムスウィッチ 34 は、信号線 32 に容量を供給する。すなわち、コラムスウィッチ 34 には、プリチャージトランジスタ 35 を介して所定のドレイン電圧 ( $V_d$ ) が印加され、プリチャージトランジスタ 35 としては、例えば、P-MOS トランジスタが使用される。このプリチャージトランジスタ 35 には、例えば、 $\phi_t$  のプリチャージ電圧 ( $\phi_{pg}$ ) が印加され、 $\phi_t$  のプリチャージ電圧 ( $\phi_{pg}$ ) が +1.0 [V] として、信号線 32 に容量を供給する。また、コラムスウィッチ 24 からパルファ 26 を介して出力信号  $V_{OUT}$  が出力される。

60 10 0 3 5 図 7 に示すような回路構成において、各フォトセンサ 1 のボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) が印加され、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を、図 8 に示すように、リセットすることにより、選択/非選択の制御及びセンサ/リセットの制御を行なうとともに、プリチャージ電圧 ( $\phi_{pg}$ ) を制御して、プリチャージを行なう。

70 10 0 3 6 すなわち、図 8 に示すように、あるフォトセンサ 1 のトップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を 0 [V]、ボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を 0 [V] として、リセットし、このリセット後に、トップゲート電圧 ( $\phi_t$ ) を +1.0 [V] としてフォトセンサ 1 をセンサ状態とし、このセンサ状態の間にプリチャージトランジスタ 35 に所定時間だけ 0 [V] のプリチャージ電圧 ( $\phi_{pg}$ ) が印加されている状態にして、信号線 32 にドレイン電圧 ( $V_d$ ) を印加し、プリチャージする。このセンサ状態の間にボトムゲート電圧 ( $\phi_b$ ) を 1.0 [V] にすると、フォトセンサ 1 は、選択状態となる。フォトセンサ 1 が選択状態となつたとき、明時であるか暗時であるかにより、出力信号  $V_{OUT}$  の値が変化する。すなわち、

80 かに、図 6 から明ら

明時であるとき、フォトセンサ1が照射光Aの照射によりオンとなって、出力信号 $V_{out}$ は、0 [V] に変化し、暗時であるとき、フォトセンサ1がオフしないため、リチャージされた状態の+10 [V] がそのまま出力信号 $V_{out}$ として出力される。

【0036】図8において、その後、ボトムゲート電圧( $\phi_{bg}$ )を0 [V] にすると、非選択状態となり、この非選択状態で、トップゲート電圧( $\phi_{tg}$ )を0 [V] にすると、フォトセンサ1はリセットされる。

そして、このリセット状態中に、リチャージ電圧( $\phi_{pr}$ )を0 [V] としてリチャージする。このリチャージされた状態で、トップゲート電圧( $\phi_{tg}$ )を+20 [V] にして、センス状態にすると、このセンス状態において、ボトムゲート電圧( $\phi_{bg}$ )が0 [V] であるので、照射光Aが照射されていても、また、照射光Aが照射されていない場合、出力信号 $V_{out}$ は、選択状態での暗時の出力と同じ+10 [V] である。すなわち、リチャージを行なった後、トップゲート電圧( $\phi_{tg}$ )が+20 [V] となってセンス状態となっても、ボトムゲート電圧( $\phi_{bg}$ )を0 [V] としておくことにより、照射光Aの照射にかかわらず、フォトセンサ1を非選択状態とすることができる。また、図8からも明らかに、ボトムゲート電圧( $\phi_{bg}$ )のいかににかかわらず、トップゲート電圧( $\phi_{tg}$ )を0 [V] とすることにより、リセット状態とすることができ、フォトセンサ1を次のデータ取り出し処理で確実に出力信号 $V_{out}$ を取り出すことができる。

【0037】

【発明の効果】 このようなフォトセンサを備えたフォトセンサシステムは、センス状態制御手段が、半導体層の一方側に配置された光照射側のゲート電極に印加する電圧を制御して、前記フォトセンサのセンス状態を制御し、選択制御手段が、半導体層の反対側に配置されたゲート電極に印加する電圧を制御して、前記フォトセンサの選択及び非選択の状態を制御するので、フォトセンサとしての機能と選択トランジスタとしての機能とを兼ね備えさせることができ、従来の別個に形成して配

(7)

置されたフォトセンサを選択するための選択トランジスタを取り除くことができる。その結果、フォトセンサシステム自体を小型化することができ、面積を高密度化させることができる。

【0038】 また、センス状態制御手段により、光照射側のゲート電極に印加する電圧を制御して前記フォトセンサのセットとリセット状態をも制御するようにすると、前回の蓄積電荷を直ちに放出できるので、光照射量を連続的に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るフォトセンサシステムの一実施例に適用されるフォトセンサの正面断面図。

【図2】 図1のフォトセンサの等価回路。

【図3】 図1のフォトセンサの各電極に印加する電圧とその状態変化の説明図。

【図4】 図3の電圧印加状態における出力特性を示す特性曲線図。

【図5】 図2のフォトセンサを適用したセンサアレイの一例の一部を示す回路図。

【図6】 図5のセンサアレイへの各部の印加電圧と出力信号との関係を示すタイミング図。

【図7】 図2のフォトセンサを適用したセンサアレイの他の例の一部を示す回路図。

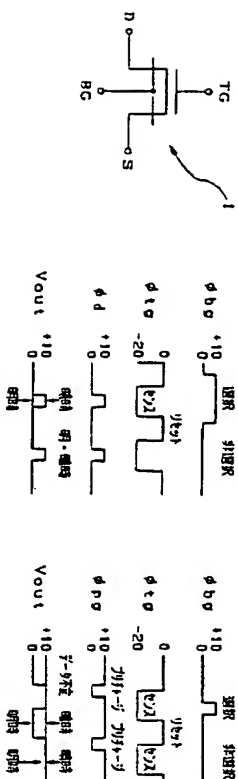
【図8】 図7のセンサアレイへの各部の印加電圧と出力信号との関係を示すタイミング図。

【符号の説明】

- 1 フォトセンサ
- 2 絶縁性基板
- 3 ボトムゲート電極 (BG)
- 4 ボトムゲート絶縁膜
- 5 半導体層
- 6 ソース電極 (S)
- 7 ドレイン電極 (D)
- 8、9 n<sup>+</sup>シリコン層
- 10 トップゲート絶縁膜
- 11 トップゲート電極 (TG)

【図6】

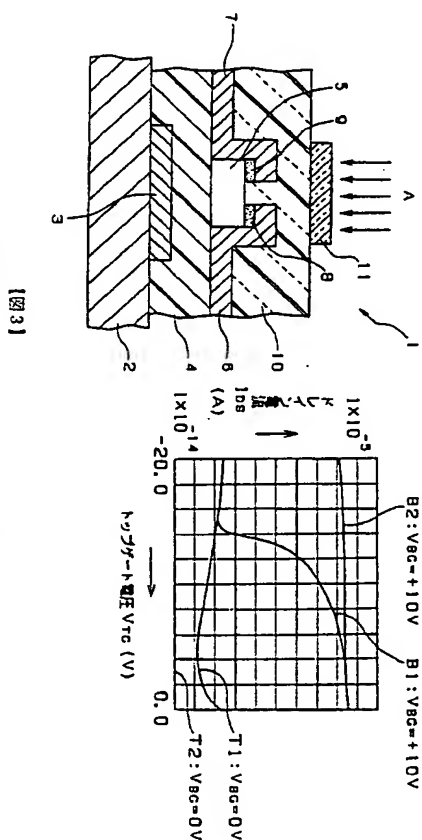
【図8】



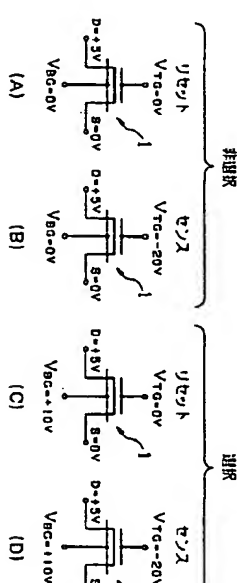
(8)

【図1】

【図4】

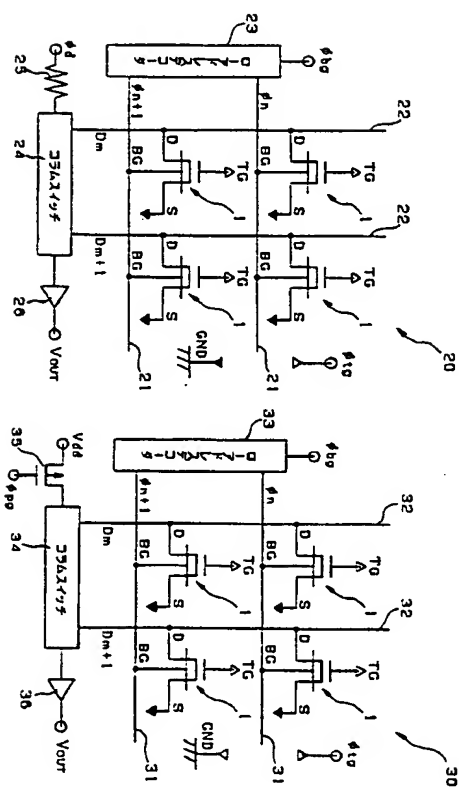


【図3】



【図5】

【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**